

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-231450

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/32				
G 0 6 T 5/20				
H 0 4 N 5/21	Z			
			H 0 4 N 7/137 Z	
			G 0 6 F 15/68 4 0 0 A	
			審査請求 未請求 請求項の数29 F D (全 14 頁)	

(21) 出願番号 特願平7-35876

(22) 出願日 平成7年(1995)2月2日

(31) 優先権主張番号 1 9 1 6 8 5

(32) 優先日 1994年2月4日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション

AT&amp;T CORP.

アメリカ合衆国 10013-2412 ニューヨーク  
ニューヨーク アヴェニュー オブ

ジ アメリカズ 32

(72) 発明者 リ ヤ ン

アメリカ合衆国, 07733 ニュージャージー  
一、ホルムデル、マバーン ドライブ 12

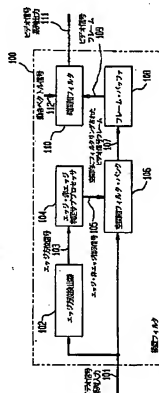
(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

(54) 【発明の名称】 動画画像信号系列中のアーティファクトを削減するためのフィルタ装置及び方法

## (57) 【要約】

【目的】 ブロックに基づく動き補償変換符号化によって生じた符号化アーティファクトを削減する3D非直線後処理装置及び方法を提供する。

【構成】 本発明の装置及び方法では、分離可能な3次元フィルタ構成が使用される。更に、空間相変換FIR・中央値ハイブリッド・フィルタが空間相領域で使用され、その後に時間相領域で動き補償された非直線フィルタが使用される。この構成を使用することにより、再構成された画像信号系列中の符号化アーティファクトがその画像信号系列中のエッジや運動体をぼやかすことなく効果的に削減することができる。その結果、低いビット・レートでの符号化ビデオ信号系列の画質に顕著な改善が達成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エッジ方位検出器（102）及びこのエッジ方位検出器（102）から情報を受信するように構成され前記情報を使用して空間的にフィルタリングされたビデオ信号系列を生成する 1 次元フィルタを包含する空間相フィルタ・バンク（106）を包含し、画像復号器（99）に接続された後処理プロセッサ（100）と、

前記空間相フィルタ・バンク（106）によって生成された空間的にフィルタリングされたビデオ信号系列を受信し、前記空間的にフィルタリングされたビデオ信号系列から時間的にフィルタリングされたビデオ信号系列を生成するように構成された動き補償された時間相フィルタ（110）と、

前記後処理プロセッサ（100）に接続され、前記空間相フィルタ・バンク（106）から空間的にフィルタリングされたビデオ信号系列を受信するように構成されたフレーム・メモリ（108）とを包含することを特徴とする、画像復号器からブロックに基づく動き補償変換符号化によって生成された動画画像信号系列中のアーティファクトを削減するためのフィルタ装置。

【請求項 2】 前記エッジ方位検出器（102）は、一組のテンプレート勾配インパルス応答アレイを使用してエッジ方位を計算することを特徴とする、請求項 1 に記載のフィルタ装置。

【請求項 3】 前記エッジ方位検出器（102）が、画像を前記傾斜インパルス応答アレイにたたみ込み、最大勾配を判定し、前記最大勾配をしきい値と比較して画素がエッジ部クラスと非エッジ部クラスとの何れに属するかを判定する、ことを特徴とする、請求項 2 に記載のフィルタ装置。

【請求項 4】 前記空間相フィルタ・バンク（106）が、中央値フィルタと少なくとも 2 個の有限インパルス応答直線位相フィルタとを包含することを特徴とする、請求項 1 に記載のフィルタ装置。

【請求項 5】 前記空間相フィルタ・バンク（106）が、前記有限インパルス応答直線位相フィルタに対する処理方向を指示するインデックスと、前記有限インパルス応答フィルタが区分される中心入力画素と、を包含することを特徴とする、請求項 4 に記載のフィルタ装置。

【請求項 6】 前記空間相フィルタ・バンク（106）が、前記動画画像信号系列中の画素をフィルタリングするための変動ルート構成を有する有限インパルス応答中央値フィルタ・バンクを包含することを特徴とする、請求項 1 に記載のフィルタ装置。

【請求項 7】 前記空間相フィルタ・バンク（106）が更に前記動画画像信号系列中の非エッジ部画素をフィ

ルタリングするための 2 次元低域通過フィルタを包含することを特徴とする、請求項 1 に記載のフィルタ装置。

【請求項 8】 前記フレーム・メモリ（108）が現フレーム、隣接前フレーム及び隣接後フレームに対する信号を格納するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のフィルタ装置。

【請求項 9】 前記動き補償された時間相フィルタ（110）が、前記隣接前フレーム及び前記動き補償されたフレームから最良整合フレームを判定し、且つ現フレームと前記最良整合フレームとの間の差分を計算するように構成されていることを特徴とする、請求項 8 に記載のフィルタ装置。

【請求項 10】 前記動き補償された時間相フィルタ（110）が、前記隣接前フレーム或いは前記動き補償されたフレームの何れか一方から選択された最良整合フレーム画素から前記最良整合フレームを判定するように構成されており、前記最良整合フレーム画素が、前記現フレーム中の画素と前記動き補償されたフレーム中の画素との絶対差分が前記現フレーム中の画素と前記隣接前フレーム中の画素との間の絶対差分より大きい場合の前記隣接前フレームからの画素と、前記現フレーム中の画素と前記隣接前フレーム中の画素との絶対差分が前記現フレーム中の画素と前記動き補償されたフレーム中の画素との間の絶対差分より大きい場合の前記動き補償されたフレームからの画素とを包含することを特徴とする、請求項 9 に記載のフィルタ装置。

【請求項 11】 前記動き補償された時間相フィルタ（110）が、更に第 1 のフレーム差分に少なくとも部分的に基づいて重み付けファクタを判定するための非直線写像器（22）を包含することを特徴とする、請求項 9 に記載のフィルタ装置。

【請求項 12】 前記動き補償された時間相フィルタ（110）が、前記重み付けファクタに少なくとも部分的に基づいて前記現フレーム及び前記最良整合フレームから加重平均現フレームを計算するように構成されていることを特徴とする、請求項 11 に記載のフィルタ装置。

【請求項 13】 前記動き補償された時間相フィルタ（110）が、前記加重平均現フレームと後フレームとの第 2 のフレーム差分を計算して生成し、前記第 2 フレーム差分に少なくとも部分的に基づいて前記加重平均現フレームと前記隣接後フレームとの第 2 の重み付けファクタを判定し、前記第 2 重み付けファクタに少なくとも部分的に基づいて、前記加重平均現フレームと前記隣接後フレームとの第 2 の加重平均を計算するように構成されていることを特徴とする、請求項 12 に記載のフィルタ装置。

【請求項 14】 計算処理プロセッサ（100）と、

エッジ検出器及び 1 次元フィルタを包含し、復号されたノイズ汚染信号から空間相アーティファクトをフィルタリングするための手段 (106) と、少なくとも 2 個の現フレーム、前フレーム及び後フレームに対する前記復号されたノイズ汚染信号からの信号を格納する手段 (108) と、

前記前フレーム及び動き補償されたフレームから最良整合フレームを計算する手段と、

前記現フレーム及び最良整合フレームから中間加重平均現フレームを計算し、前記中間加重平均現フレーム及び前記動き補償された前フレームの間の差分が増大するとき前記最良整合フレームがより低い重みを与えられるようにする手段と、

前記中間加重平均現フレーム及び前記後フレームの加重平均からフィルタリングされたフレームを計算し、前記中間加重平均現フレーム及び前記後フレームの間の差分が増大するとき前記後フレームがより低い重みを与えられるようにする手段と、を包含することを特徴とする、画像通信のための復号されたノイズ汚染信号をフィルタリングするための装置。

【請求項 15】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記手段 (106) が、一組のテンプレート勾配インパルス応答アレイを使用してエッジ方位を計算することを特徴とする、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記手段 (106) が、更に、画像を前記テンプレート勾配インパルス応答アレイにたたみ込む手段と、最大勾配を判定する手段と、前記最大勾配をしきい値と比較して画像がエッジ部クラスと非エッジ部クラスとの何れに属するかを判定する手段とを包含することを特徴とする、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記手段 (106) が、中央値フィルタと少なくとも 2 個の有限インパルス応答直線位相フィルタとを包含することを特徴とする、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 18】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記手段 (106) が、更に 2 次元フィルタを包含し、該 2 次元フィルタが前記非エッジ部クラスに属する画素から空間相アーティファクトをフィルタリングし、且つ前記 1 次元フィルタが前記エッジ部クラスに属する画素から空間相アーティファクトをフィルタリングすることを特徴とする、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】 ブロックに基づく動き補償変換符号化によって前記動画ビデオ信号系列上に生成された空間相アーティファクトの影響を削減するように構成された 1 次元空間可変 FIR・中央値ハイブリッド・フィルタと、

前記 1 次元空間可変 FIR・中央値ハイブリッド・フィルタに接続され、前記動画画像信号系列の少なくとも一部を格納するメモリと、

ブロックに基づく動き補償変換符号化によって前記動画ビデオ信号系列上に生成された時間相アーティファクトの影響を削減するように構成された動き補償された非直線フィルタとを包含し、

前記 1 次元空間可変 FIR・中央値ハイブリッド・フィルタ、前記メモリ及び前記動き補償された非直線フィルタが直列に配列されていることを特徴とするブロックに基づく動き補償変換符号化によって圧縮復元された動画ビデオ信号系列の画質を向上する 3 次元フィルタ装置。  
【請求項 20】 更に、情報を前記空間相変化 FIR・中央値ハイブリッド・フィルタへ入力し、空間相アーティファクトの影響を削減するように構成された 1 次元エッジ検出器を包含することを特徴とする、請求項 19 に記載のフィルタ装置。

【請求項 21】 ブロックに基づく動き補償変換符号化によって生成された復号ビデオ映像系列信号の画素のエッジ方位を検出するステップと、  
前記ビデオ信号系列のエッジ部領域に方位を有するように判定されている画素に対し、1 次元フィルタを使用し

て前記ビデオ映像系列信号から空間相フィルタリングをフィルタリングするステップと、  
前記ビデオ映像系列信号から少なくとも 2 個の現フレーム、隣接前フレーム及び隣接後フレームを格納するステップと、

前記隣接後フレーム、前記現フレーム及び動き補償された隣接前フレームの加重平均から時間的にフィルタリングされたフレームを計算するステップと、  
前記時間的にフィルタリングされたフレームを表示するステップとを包含することを特徴とする、ブロックに基づく動き補償変換符号化によって生成された復号ビデオ映像系列信号を処理し、表示する方法。

【請求項 22】 時間的にフィルタリングされたフレームを計算するステップが更に、  
最良整合フレームを計算するステップと、  
前記現フレームと前記最良整合フレームとの間のフレーム差分を計算するステップと、  
前記フレーム差分に少なくとも部分的に基づいて重み付けファクタを判定するステップと、  
前記フレーム差分に少なくとも部分的に基づいて、前記現フレーム及び前記最良整合フレームから加重平均現フレームを計算するステップとを包含することを特徴とする、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】 時間的にフィルタリングされたフレームを計算するステップが更に、  
前記加重平均現フレームと前記隣接後フレームとの間の第 2 フレーム差分を計算するステップと、  
前記第 2 フレーム差分に少なくとも部分的に基づいて第 2 重み付けファクタを判定するステップと、  
前記第 2 フレーム差分に少なくとも部分的に基づいて、前記加重平均現フレーム及び前記隣接後フレームの加重

平均を計算するステップとを包含することを特徴とする、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 24】 画素のエッジ方位を検出する前記ステップが、

前記画素を傾斜インパルス応答アレイにたたみ込むステップと、最大勾配を判定するステップと、

前記最大勾配をしきい値と比較して画素がエッジ部領域と非エッジ部領域との何れに属するかを判定するステップとを包含することを特徴とする、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 25】 前記ビデオ映像系列から空間相アーティファクトをフィルタリングするステップが、

前記ビデオ信号系列の非エッジ部領域中内に方位を有するように判定された画素に対し、2 次元低域通過フィルタを使用して前記ビデオ映像系列から空間相アーティファクトをフィルタリングするステップを包含することを特徴とする、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 26】 前記ビデオ映像系列から空間相アーティファクトをフィルタリングする前記ステップが、

前記 2 次元低域通過フィルタの出力を、 $L$  が  $L = (\text{ウインドウの辺長} - 1) / 2$  で与えられるものとするとき、中心画素  $p(x, y)$  及び  $p(x-L, y-L)$  から  $p(x+L, y+L)$  までの全画素の関数として計算するステップを包含することを特徴とする、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記ステップが、更に、 $L$  が  $L = (\text{ウインドウの辺長} - 1) / 2$  で与えられるものとするとき、

一方のエッジ部領域の画素  $p(c+L)$  から中心画素  $p(c)$  を通り他方のエッジ部領域の第 2 画素  $p(c-L)$  への方向を選択するステップと、

第 1 有限インパルス応答フィルタの出力を、前記方向に沿い、中心画素  $p(c)$  及び  $p(c-L)$  から  $p(x+L)$  までの全画素の関数として計算するステップと、  
第 2 有限インパルス応答フィルタの出力を中心画素  $p(c)$  の関数として計算するステップと、  
第 3 有限インパルス応答フィルタの出力を  $p(c-L)$  から  $p(x+L)$  までの全画素の関数として計算するステップとを包含することを特徴とする、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 28】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記ステップが、更に、

前記有限インパルス応答フィルタの出力の中央値を計算するステップを包含することを特徴とする、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】 空間相アーティファクトをフィルタリングする前記ステップが、更に、

前記有限インパルス応答フィルタに対する処理方向を選択するステップと、

前記有限インパルス応答フィルタが区分される中心入力

画素から前記処理方向に前記有限インパルス応答フィルタの出力に渡って取得された総出力を計算するステップとを包含することを特徴とする、請求項 28 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明はディジタル・ビデオ信号処理の分野に関し、特に、圧縮及び圧縮復元のためにブロックに基づく動き補償変換符号化技術を使用して圧縮復元された動きベクトルビデオ信号系列を後処理するための装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ビデオ映像は、一連の情報ビットが各ビデオ信号フレームを表すために用いられるディジタル信号によって表すことができる。統合サービス・ディジタル網 (integrated services digital network; ISDN) と略称される) や公衆電話回線網のような通信システムの帯域幅が制限されている特定の回線網では、低ビット・レート画像符号化が可視画像の伝送及び通信のために特に有益である。それ故に、低ビット・レート符号化の使用に対する要求が増々増大している。 $p \times 9.6 \text{ kbit/s}$  及び  $p \times 3.84 \text{ kbit/s}$  の間の低ビット・レートが低ビット・レート伝送のために最も多く使用されている。要求が増大するにつれ、低ビット・レート符号化によって生成されるビデオ映像の画質が切実な問題になっている。

【0003】一般に符号化画像の画質は使用される符号化技術のタイプ及び目標ビット・レートによって判定される。しかし、符号化処理は生来損失特性を持っている。画像符号化はその画像を再構成する際にノイズ或いはスプリアス (偽) 信号が生ずることがよくある。そのような映像処理技術の結果起きるノイズ及びスプリアス信号は往々アーティファクトと呼ばれている。このアーティファクトはビデオ映像中にそのビデオ映像の実際の対象によって発生される信号と同程度の強度で現れるレベルに達することがよくある。そのうえ、アーティファクトは低ビット・レート伝送で更に目立つようになることがよくある。

【0004】これらアーティファクトの特性は使用される符号化技術の形態に依存している。現在最も周知で且つ一般的な低ビット・レート符号化技術はブロックに基づく動き補償変換符号化を必要としている。そのような符号化技術は多数の画像圧縮標準、例えばここでの説明のための参照に供される CCITT (Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony) 勧告 H. 261、 $p \times 6.4 \text{ kbit/s}$  での音声映像サービスのためのビデオ・エンコーダ・デコーダ (Video Codec for Audiovisual Services) に関する勧告 H. 261 修正草案、Study Group XV-Report R 95、及び同じくここでの説明のための参照に供

される通信標準化セクタ検討グループ (Telecommunication Standardization Sector Study Group) 15、極低ビット・レート・テレビ電話に関する作業部会 15/1・エキスパート・グループ (Working Party 15/1 Expert's Group on Very Low Bitrate Videophone) (LBC-93) で使用されている。

【0005】画像圧縮標準はマルチメディア・アプリケーションのために使用されることが多いが、この C C I T 勧告は低ビット・レートで画像を再構成する際に極めて顕著なアーティファクトを発生する。これらのアーティファクトは往々「ブロック化影響」、「量子化ノイズ」及び「モスキート現象」と呼ばれている。ブロックに基づく動き補償変換符号化を使用する今後の標準もまたそのようなアーティファクトが発生しそうである。

【0006】「ブロック化影響」は画像のエッジ上の不連続として現れるいわゆる空間相アーティファクトであり、ブロック境界に横切り平均値の輝度及び色度を生じる空間領域歪みである。これらの歪みは隣接ブロック間で異なる符号化パラメータを使用することによって生じる。エッジを含むブロックに関しては、各ブロックがその隣接ブロックとは無関係に符号化されるのでエッジがブロック境界上で不連続になることがある。同様に、原画像の輝度が徐々に変化する単一階調ブロックに関しては、各ブロックに異なる量子化パラメータが使用される為に符号化ブロックの輝度が或るブロックから別のブロックへ急激に変化することがある。

【0007】「量子化ノイズ」は量子化処理に起因する歪みである。量子化ステップ幅が小さいときは、その量子化処理によって生じる歪みは粒状ノイズと呼ばれ、ノイズが一つのブロックの全体に渡って一様に分散された高域空間周波数を持つ。この粒状ノイズは信号とは無関係である。量子化ステップ幅が大きいたまは、その信号を全体的に等に写像することができるとの信号依存性である。大きな量子化ステップ幅によって高域周波数成分が等に抑圧される場合、そのアーティファクトは「ノイズ輪郭」と記述されることがある。離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform; 以下 D C T と略記する) 技術で使われる種々の係数によって、特に D C T 技術がフラット領域に比してエッジを表す際に効率が悪い事実にかんがみて、エッジ部ブロックが D C T 領域へ変換されるとき上記歪みが一つのブロックの全体に渡り拡散して生じることがある。特定ブロックの各エッジ近辺のエッジ情報の顕著な損失及びベッセル状歪みの生成が D C T 係数の粗量子化の直接の結果として起きることがある。

【0008】「モスキート現象」は、動き補償処理及び量子化処理に起因する高周波数の粒状ノイズであり、雲状の昆虫群が動きまわるように見える現象である。この現象は時間相領域で現れる歪みであり、いわゆる時間相アーティファクトである。これらのアーティファクトは

再構成された画像の画質を更に劣化させる。

【0009】従って、再構成された画像の画質を改善するために、しばしば上記アーティファクトを削減するための後処理が必要である。

【0010】これまでに多くの非直線後処理技術が符号化アーティファクトを削減し且つ再構成された画像の画質を改善するために提案されている。例えば、1986年10月発行の「I E E E 音響、音声及び信号処理部会会報 (I E E E Trans. on Acoustics, Speech, and Signal Processing)」の巻 A S S P-34、第5号に掲載されているビー・ラママーチ (B. Ramanurthi) 及びエイ・ガーショ (A. Gersho) の論文「ブロック符号化画像の非直線空間相変換処理 (Nonlinear Space-Variant Postprocessing of Block Coded Images)」には、その著者により空間変換非直線後処理技術が提案されている。

【0011】同様に、1993年発行の「音響、音声及び信号処理に関する国際会議予稿集 (Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing)」に掲載されているアル・エル・スティープンソン (R. L. Stevenson) の論文「変換画像符号化での符号化アーティファクトの削減 (Reduction of Coding Artifacts in Transform Image Coding)」、1992年3月発行の「I E E E 映像回路及びシステム技術部会会報 (I E E E Transactions on Circuits and Systems for Video Technology)」の巻2、第1号、91頁乃至95頁に掲載されているエイ・ザコール (A. Zakhor) の論文「変換画像符号化におけるブロック化影響の削減のための対話型手法 (Interactive Procedures for Reduction of Blocking Effects in Transform Image Coding)」、1991年7月発行の「画像処理技術」誌の S P I E 巻1606、「画像通信及び画像処理1991年版 (Visual Communications and Image Processing, '91)」に掲載されているリー (Lee) の論文「動き依存性中央値フィルタを用いたビデオ信号系列の後処理 (Postprocessing of Video Sequence Using Motion Dependent Median Filters)」等々には、それらの著者により画質を改善するための種々の技術が提案されている。

【0012】しかし、上記各提案技術は動き補償が使用されない静止画像符号化技術かまたはブロックに基づく動き補償変換符号化を使用しない他の符号化技術によって生じたアーティファクトを削減するように設計されたものである。

【0013】更に、1987年1月発行の「I E E E パターン解析及び人工知能部会会報 (I E E E Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence)」の巻 P A M I-9、第1号に掲載されているエイ・ニーミネン (A. Nieminen)、ピー・ヘイノネン (P. Heinonen) 及びワイ・ニューボ (Y. Neuvo) の論文「画像処理のための新クラスの細部保存フィルタ (A New Class of Detail

1-Preserving Filters for Image Processing)」、及び1987年6月発行の「IEEE 音響、音声及び信号処理部会会報 (IEEE Trans. on Acoustics, Speech, and Signal Processing)」の巻A S S P-3-5、第6号に掲載されているピー・ヘイノネンの論文「FIR・中央値ハイブリッド・フィルタ (FIR-Median Hybrid Filters)」にも、種々のフィルタリング技術が提案されている。

【0014】異なる符号化技術では異なるアーティファクトが生じる。それ故に、往々動き補償符号化技術毎に再構成された画像に異なる空間相アーティファクト及び時間相アーティファクトが発生する。上記様々な著者によって提案されている技術は不必要に複雑であり、ブロックに基づく動き補償変換符号化によって発生する様々な空間相アーティファクト及び時間相アーティファクトを処理することができないことが多い。それ故に、これまでに提案されている種々の技術は、ブロックに基づく動き補償変換符号化によって圧縮復元された信号から空間相アーティファクト及び時間相アーティファクトを消去するために格別有効なものではない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は圧縮技術がブロックに基づく動き補償変換符号化を伴う場合において、圧縮復元された動画ビデオ信号系列の質を向上する装置及び方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の一実施例によれば、分離可能な3次元フィルタ構成が使用される。更に、空間相変化FIR・中央値ハイブリッド・フィルタが空間相領域で使用され、その後時間相領域で動き補償された非直線フィルタが使用される。この構成を使用することにより、再構成された画像信号系列中の符号化アーティファクトがその画像信号系列中のエッジ或いは運動体をぼやかすこと無く効果的に削減することができる。

【0017】更に、本発明は、信号の局部統計に共に空間的且つ時間的に適応する空間相演算及び時間相演算を供する。エッジ方向の画素に対する1次元空間相演算が及び非エッジ部画素に対する2次元空間相演算に続いて再構成された画像を最適化するための動き補償された非直線時間相フィルタリングが供される。

【0018】特に、本発明は信号の空間局部統計に従って直線フィルタ動作と非直線フィルタ動作との間で転換する空間相演算を供する。特に、2次元低域通過フィルタがフラット領域に用いられ、空間相変化FIR・中央値ハイブリッド・フィルタがエッジ領域に用いられる。このFIR・中央値ハイブリッド・フィルタはそのルート構成がエッジ方向の方向と平行となるように設計される。エッジ方位と平行なルート構成を持つようにした1次元FIR・中央値ハイブリッド・フィルタの特別な使

用によって、エッジ領域の空間相アーティファクトが顕著に削減され、その結果画像をぼやかすこと無くエッジの鮮明度と明瞭度とが向上される。

【0019】更に、本発明は適応動き補償フレーム平均化を包含し、その結果運動体をぼやかすこと無く、時間相アーティファクトが削減される。

【0020】

【作用】本発明は多くの利点を達成し、ブロックに基づく動き補償変換符号化によってビデオ映像中に発生されたアーティファクトを効果的に削減する消去する特徴を包含する。本発明の一つの特徴には低ビット・レートで伝送されたビデオ映像を最適化する能力が包含される。本発明の別の特徴には空間相フィルタリング及び時間相フィルタリングを局部信号統計に適応させる能力が包含される。

【0021】本発明の前記及びその他の特徴によって、

(1) ビデオ映像のエッジ及び(2) 画像信号系列中の運動体をぼやかしたり歪ませたりすること無く、符号化アーティファクトの顕著な削減が達成される。

【0022】更に、本発明により、不必要に複雑にすること無く、低コストのフィルタリング技術を使用してビデオ画質を最適化する利点が達成される。

【0023】

【実施例】図1は本発明の装置及び方法を実行する後処理プロセッサとともに用いられる画像復号器を簡略化して示すブロック図である。ビデオ信号ビット・ストリーム98はビデオ・デコーダ99への入力として供給されて復号され、再構成されたデジタル・ビデオ信号系列101が生成される。信号112はビデオ・デコーダ99で上記ビデオ信号ビット・ストリーム98から復号された動きベクトルである。ビデオ・デコーダ99ではCIT動作H.261で使用されている技術のようなブロックに基づく動き補償変換符号化技術が使用される。上記再構成されたデジタル・ビデオ信号系列101及び動きベクトル信号112は符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111を生成するために後置フィルタ100へ供給される。続いて上記符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111がディスプレイ装置113に表示される。後置フィルタ100は再構成されたデジタル・ビデオ信号系列101からの情報を処理する後処理プロセッサである。

【0024】図2は本発明の技術を実行している後置フィルタ100のブロック図である。この後置フィルタ100は概ね次の構成要素、即ち、エッジ方位検出器102、エッジ・非エッジ判定サブプロセッサ104、空間相フィルタ・バンク106、フレーム・バッファ108及び時間相フィルタ110を包含しており、それら各構成要素は以下で詳述するような具体構成を有している。

【0025】本発明の全ての判断処理を実行する後置フィルタ100には、好ましくはAT&T社製の型名DS

P3210のようなデジタル信号処理プロセッサが使用される。なお、インテル(Intel;登録商標)社製の80386型プロセッサやその他のタイプのプロセッサを使用することも可能である。或いはそれらに替えて、後置フィルタ100の種々の部分のフィルタリング処理を実行する上記各構成要素を別個のプロセッサで構成することも可能である。

【0026】引き続き、図2を参照して後置フィルタ100の概略的な動作を説明する。最初に再構成されたデジタル・ビデオ信号系列101がビデオ信号フレーム中の各画素のエッジ方位を検出するブロック102、即ちエッジ方位検出器への入力として供給される。エッジ方位情報はブロック104、即ちエッジ・非エッジ判別処理サブプロセッサへの入力として供給され、そのエッジ・非エッジ判定サブプロセッサ104ではエッジ方位信号103が所定のしきい値 $T_e$ と比較され、エッジ・非エッジ指示信号105が生成される。

【0027】上記エッジ・非エッジ指示信号105は空間相フィルタ・バンク106で一群の空間相フィルタを制御する。空間相フィルタ・バンク106では、再構成されたデジタル・ビデオ信号系列101がエッジ・非エッジ指示信号105に従って選択されたフィルタによってフィルタリングされる。空間相フィルタ・バンク106で一群の空間相フィルタにより、空間的にフィルタリングされたビデオ信号フレーム107が生成される。これら空間的にフィルタリングされたビデオ信号フレーム107は次いでフレーム・バッファ108に格納される。フレーム・バッファ108はそのメモリに

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

【数2】

$$H_3 = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}, \quad H_4 = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

のように定義される。 $H_1$ は水平( $0^\circ$ )勾配におけるインパルス応答であり、 $H_2$ は $45^\circ$ 勾配におけるインパルス応答であり、 $H_3$ は垂直( $90^\circ$ )勾配におけるインパルス応答であり、 $H_4$ は $135^\circ$ 勾配におけるインパルス応答であり、 $G_{\max}(x, y) = \max[|G_1(x, y)|, |G_2(x, y)|, |G_3(x, y)|, |G_4(x, y)|]$  (3)

なお、ここで次式(4)、即ち;

$$G_i(x, y) = f(x, y) \otimes H_i \quad (4)$$

は、上記フィルタリングされる前のビデオ信号フレーム $f(x, y)$ をテンプレート勾配インパルス応答アレイ $\{H_i, i=1, \dots, 4\}$ とたたみ込むことによ

少なくとも3個の時間相フレームを次の時間相フィルタリングのために格納する。上記3個の時間相フレームは少なくとも次のフレーム、即ち、現フレーム、後フレーム、及び前フレームから成る。フレーム・バッファ108はそこに格納されたビデオ信号フレームを信号109として出力する。時間相フィルタ110では、符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111を生成するために、上記現ビデオ信号フレームが動きベクトル信号112からの動き情報を用いてフィルタリングされ、且つ、空間的にフィルタリングされた前フレーム及び空間相フィルタリングされた後フレームがフィルタリングされる。上記符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111は最終的にフィルタリングされたビデオ信号であり、この符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111は続いてディスプレイ装置113へ伝送される。

【0028】図3はエッジ方位検出器102のブロック図である。フィルタリングされる前のビデオ信号フレームは $f(x, y)$ として表されている。このフィルタリングされる前のビデオ信号フレーム中の画素は $p(x, y)$ として表されている。各画素 $p(x, y)$ において、エッジ方位が4個の角度、即ち、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 及び $135^\circ$ のうちの一つを取るものとして行うことができる。各座標点 $(x, y)$ でのエッジ方位を計算するために、一組のテンプレート勾配インパルス応答アレイ $H_i$ が用いられる。これらテンプレート勾配インパルス応答アレイ $\{H_i, i=1, \dots, 4\}$ は次式(1)及び(2)、即ち;

【数1】

$$H_1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

ンパルス応答である。或る座標点 $(x, y)$ でのエッジ・テンプレート勾配は次式(3)、即ち;

【数3】

$$G_{\max}(x, y) = \max[|G_1(x, y)|, |G_2(x, y)|, |G_3(x, y)|, |G_4(x, y)|] \quad (3)$$

【数4】

$$G_i(x, y) = f(x, y) \otimes H_i \quad (4)$$

て得られる第 $m$ 次空間方向での勾配である。このエッジ角度はエッジ方位信号103の最大勾配 $G_{\max}(x, y)$ の方向によって判定される。エッジ方位検出器10

2は上記処理を実行し、ビデオ・デコーダ99によって復号されたビデオ信号ビット・ストリーム98中の各画面のエッジ方位を判定する。

【0029】エッジ方位信号103はエッジ・非エッジ判定サブプロセッサ104へ供給され、そこでエッジ・非エッジ指示信号105が生成される。エッジ・非エッジ判定サブプロセッサ104では、当該画面がエッジ部クラスに属するか或いはまた非エッジ部クラスに属するかを判定するために、エッジ方位信号103中の画面p(x, y)の最大勾配 $G_{\max}(x, y)$ が所定のしきい値 $T_8$ と比較される。この所定しきい値 $T_8$ は実験データから選択された値である。CITT勧告H.261の指針が用いられる好ましい実施例では、画面の値は0から255の範囲内である。従って、この好ましい実施例では、上記しきい値 $T_8$ の値は20である。もし $G_{\max}(x, y) > T_8$ であれば、座標点(x, y)での画面は上記最大勾配 $G_{\max}(x, y)$ の方向によって判定されたエッジ部クラスに属し、それ以外では座標点(x, y)での画面は非エッジ部クラスに属する。

【0030】エッジ・非エッジ指示信号105は空間相フィルタ・バンク106へ供給される。このエッジ・非エッジ指示信号105は上記特定のエッジ方位（即ち、0°、45°、90°、135°）或いはその信号がエッジ部信号ではないことを指示する。

【0031】図4は空間相フィルタ・バンク106のブロック図である。この空間相フィルタ・バンク106は

$$H_1(z) = \frac{1}{L} [z^L + z^{L-1} + \dots + z^1] \quad (5)$$

【数6】

$$H_2(z) = 1$$

(6)

【数7】

$$H_3(z) = \frac{1}{L} [z^{-1} + z^{-2} + \dots + z^{-L}] \quad (7)$$

で与えられる。なお、ここでウィンドウの辺長は(2L+1)である。例えば、もしp(c)を(2L+1)の長さを持つウィンドウ内のラインに沿う中心画面である

$$p_1 = \frac{1}{L} [p(c+1) + p(c+2) + \dots + p(c+L)] \quad (8)$$

【数9】

$$p_2 = p(c)$$

(9)

【数10】

$$p_3 = \frac{1}{L} [p(c-1) + p(c-2) + \dots + p(c-L)] \quad (10)$$

で与えられる。

【0034】この結果、基本的には第1 FIRフィルタの出力 $p_1$ は中心画面p(c)の次の画面から当該ウィンドウの一方のエッジの画面p(c+L)までのラインに沿う全画面の総和の関数である。同様に、第3 FIRフィルタの出力 $p_3$ は中心画面p(c)の次の画面から当該ウィンドウの他方のエッジの画面p(c-L)までのラインに沿う全画面の総和の関数である。その一方で、上記中心フィルタの出力 $p_2$ は中心画面p(c)と

好ましくは5個のフィルタから成っている。フィルタ1乃至フィルタ4は、図5乃至図8に示される各ライン構成と平行なルート構成を持つ1次元(FIR・中央値ハイブリッド・フィルタ(FIR-MedianHybrid filter)；以下FMHフィルタと言う)である。

【0032】もしエッジ方位が0°（図5参照）であると判定されるとフィルタ1が選択され、もしエッジ方位が45°（図6参照）であると判定されるとフィルタ2が選択され、もしエッジ方位が90°（図7参照）であると判定されるとフィルタ3が選択され、もしエッジ方位が135°（図8参照）であると判定されると、フィルタ4が選択される。非エッジ部画面についてはフィルタ5が選択される。その信号をエッジ部信号として処理するか非エッジ部信号として処理するかの決定は上記で論述したように、エッジ・非エッジ指示信号105によって制御される。

【0033】本発明の好ましい実施例で使用される上記1D・FMHフィルタは概ね3個の直線位相FIRフィルタと1個の中央値フィルタから成るが、しかし言うまでも無く上記FIRフィルタの個数は変更可能である。本発明の好ましい実施例での上記3個の直線位相FIRフィルタの伝達関数は次式(5)、(6)、(7)、即ち：

【数5】

とすると、上記3個のFIRフィルタの出力は次式(8)、(9)、(10)、即ち：

【数8】

全く等しい。

【0035】これらのフィルタは、単に1個の変数が所定の固定ラインに沿って画面毎に増加する動きに対して用いられる1次元フィルタである。従って、動きは2次元x・y座標フレームのx方向及びy方向（なお、これらは所定の対角線が用いられているときであるが）、双方で生じることがあるが、上記各フィルタでは単に1個の1次元参照フレームのみが使用され、その結果処理が簡単な1次元直線フィルタ動作技術が得られる。



【0036】上記FMHフィルタの出力は次式(1)  
1)、即ち;

【数11】

$$P_{\text{output}} = \text{median}(p_1, p_2, p_3) \quad (11)$$

で与えられる。サイズ5のウィンドウを持つ1D・FMHフィルタの構成は図9に示されている。

【0037】本発明の好ましい実施例では、E、W、S、N、NE、SW、NW、及びSEを取るインデックスiが、上記FIRフィルタが操作され、中心入力画素p(x, y)から区分される方向を指示するために用いられる。上記3個のFIR直線位相サブフィルタの各々の出力p<sub>i</sub>(x, y)は直線方向iに渡って取得される

平均値として定義される。本発明の好ましい実施例で用いられる直線方向E、W、S、N、NE、SW、NW、及びSEは図10に示されている。但し、それら以上の方向を使用することができる言うまでもない。

【0038】図10に示される方向のFIR直線位相サブフィルタの出力p<sub>i</sub>(x, y)は従って次式(12)乃至(19)、即ち;

【数12】

$$p_E(x, y) = \frac{1}{L} [p(x+1, y) + p(x+2, y) + \dots + p(x+L, y)] \quad (12)$$

【数13】

$$p_W(x, y) = \frac{1}{L} [p(x-1, y) + p(x-2, y) + \dots + p(x-L, y)] \quad (13)$$

【数14】

$$p_S(x, y) = \frac{1}{L} [p(x, y-1) + p(x, y-2) + \dots + p(x, y-L)] \quad (14)$$

【数15】

$$p_N(x, y) = \frac{1}{L} [p(x, y+1) + p(x, y+2) + \dots + p(x, y+L)] \quad (15)$$

【数16】

$$p_{NE}(x, y) = \frac{1}{L} [p(x+1, y+1) + p(x+2, y+2) + \dots + p(x+L, y+L)] \quad (16)$$

【数17】

$$p_{SW}(x, y) = \frac{1}{L} [p(x-1, y-1) + p(x-2, y-2) + \dots + p(x-L, y-L)] \quad (17)$$

【数18】

$$p_{NW}(x, y) = \frac{1}{L} [p(x-1, y+1) + p(x-2, y+2) + \dots + p(x-L, y+L)] \quad (18)$$

【数19】

$$p_{SE}(x, y) = \frac{1}{L} [p(x+1, y-1) + p(x+2, y-2) + \dots + p(x+L, y-L)] \quad (19)$$

のように定義される。

【0039】しかし、上記式(12)乃至(19)は2次元x・y座標フレーム中の上記FIR直線位相サブフィルタの各出力を定義しているが、言う迄もなく、それらフィルタの出力は中心画素の次の画素からそのウィンドウの一方のエッジの画素へ方向に沿う全画素の平均が計算される1次元であり、従って上記式(8)乃至(10)の1次元直線フィルタ動作技術を使用すること

【0040】エッジ方位0°、45°、90°、135°を持つ4個のエッジ部クラスが存在するので、種々のルート構成を持つFMHフィルタが各クラスの画素に適用される。p(x, y)を(2L+1)×(2L+1)のサイズを持つ正方形ウィンドウ中の中心画素とすると、フィルタ1乃至フィルタ4の出力は次式(20)乃至(23)、即ち;

【数20】

$$P_{\text{filter1}}(x, y) = \text{median}[p_E(x, y), p_W(x, y), p(x, y)] \quad (20)$$

【数21】

$$P_{\text{filter2}}(x, y) = \text{median}[p_{NE}(x, y), p_{SW}(x, y), p(x, y)] \quad (21)$$

【数22】

17

$$P_{filter3}(x, y) = \text{median}[p_N(x, y), p_S(x, y), p(x, y)] \quad (22)$$

【数23】

$$P_{filter4}(x, y) = \text{median}[p_{NW}(x, y), p_{SE}(x, y), p(x, y)] \quad (23)$$

のように定義される。なおこれらの式において、 $p_{filter}(x, y)$  は所定のエッジ方位の方向に沿う3個のFIR直線位相サブフィルタの各出力 $p_i(x, y)$ の中央値に渡って取得された総出力である。

【0041】上記フィルタリング技術はエッジ部画素に対して使用されるが、2次元(2D)低域通過フィルタ

$$P_{filters}(x, y) = \frac{1}{(2L+1) \times (2L+1)} \sum_{j=-L}^L \sum_{k=-L}^L p(x+j, y+k) \quad (24)$$

で与えられる。

【0042】上記符号化アーティファクトを更に削減するために、上記空間的にフィルタリングされたビデオ信号系列が更に時間相フィルタ110で時間的にフィルタリングされる。動き補償された時間相フィルタ動作は、特にそのようなフィルタリング動作が画像の動き領域内でのアーティファクトの削減能力を向上するので実行される。動き補償された時間相フィルタ動作を実行するには、動き情報が必要である。理論的には、上記再構成された画像信号系列からの順方動き情報か逆方動き情報の何れかに関する予測を使用することができる。しかし、動き予測は往々にして極めて複雑であり且つ計算の費用が極めて高くなるので、上記動きベクトルを個別に計算しない方が有益である。そのような動きベクトルの個別計算に代わりに、復号のために抽出された動きベクトルを格納し、後処理のために再使用することができる。CCITT勧告H.261のような最も低いビット・レートの符号化技術では、ブロックに基づく順方動きベクトルを利用することが可能であり、これらの動きベクトルを符号化ビット・ストリームから抽出し、後処理のために格納しておくことができる。ここで使用される動き情報は動きベクトル信号112で表わされている。そのような動きベクトルに関するより詳しい開示は、CCITT勧告H.261及び1989年にニューヨークのプレナム・プレス(Plenum Press)社から発行されたエイ・ネトラ

5は非エッジ部画素に対して使用される。もし $p(x, y)$ を $(2L+1) \times (2L+1)$ のサイズを持つ正方形形状ウィンドウ中の中心画素とすれば、そのフィルタ5の出力は次式(24)、即ち：

【数24】

ヴァリ(A.Netravali)とビー・ハスケル(B.Haskell)との著書「ディジタル画像表示及び圧縮(Digital Pictures Representation and Compression)」に為されている。

【0043】図11は時間相フィルタ110とフレーム・バッファ108とを示す図である。時間相フィルタリングは2個以上のフレームを必要とするので、フレーム・バッファ108が数個の空間的にフィルタリングされたビデオ信号フレーム107を格納するために使用される。好ましい実施例では、フレーム・バッファ108は少なくとも3個のフレーム、即ち現フレーム $f_n$ 、前フレーム $f_{n-1}$ 、及び後フレーム $f_{n+1}$ を格納することができる。フレーム・バッファ108はこれら格納されたフレームを信号109として時間相フィルタ110へ出力する。

【0044】フレーム $n$ 中の空間位置 $(i, j)$ での画素は $p_n(i, j)$ として定義される。同様に、フレーム $f_{n+1}$ 中の画素は $p_{n+1}(i, j)$ として定義され、 $p_{n+1}(i, j)$ は前最良整合フレーム $f_{n-1}$ 中の画素を表している。この前最良整合フレームは前フレーム $f_{n-1}$ かまたは動き補償されたフレームの何れかからのマクロブロックから成っている。従って、前最良整合フレーム $f_{n+1}$ 中の画素 $p_{n+1}(i, j)$ は次式(25)、即ち：

【数25】

$$p_{n+1}(i, j) = \begin{cases} p_{n-1}(i, j) & \text{if } no\_mc\_SE < mc\_SE, \\ p_{n-1}(i, j) & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (25)$$

として定義される。なお、この式(25)中の $p_{n-1}(i, j)$ は $16 \times 16$ の大きさの画素群の動き補償されたマクロブロックからの画素であり、 $p_{n-1}(i, j)$ は前フレーム $f_{n-1}$ からの画素である。 $n$

$o\_mc\_SE$ 及び $mc\_SE$ は、それぞれ動き補償されたブロックと前ブロックとの間のエラー・パワーである。これらの項は次式(26)及び(27)、即ち：

【数26】

$$mc\_SE = \frac{1}{16} \sum_{j=1}^{16} \sum_{i=1}^{16} [p_n(i, j) - p_{n-1}(i, j)]^2, \quad (26)$$

【数27】

$$no\_mc\_se = \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} \{p_n(i, j) - p_{n-1}(i, j)\}^2 \quad (27)$$

として定義される。

【0045】引き続き、図11を参照して説明すると、現フレーム $f_n$ と前最良整合フレーム $f_{n-1}$ との間のフレーム差分 $e$ が第1時間相処理サブプロセッサ20で計

$$e(i, j) = p_n(i, j) - p_{n-1}(i, j) \quad (28)$$

のように計算される。

【0046】現フレーム $f_n$ と前最良整合フレーム $f_{n-1}$ との間の上記フレーム差分 $e(i, j)$ は非直線写像器22へ送出され、そこで上記フレーム差分 $e(i, j)$ に基づいて係数 $\alpha$ 、即ち重み付けファクタが判定される。

【0047】 $i \times j$ の大きさの画素マトリクス中の各画素に対する重み付けファクタ $\alpha(i, j)$ は第2時間相処理サブプロセッサ21において各画素のフレーム差分 $e$ と乗算され、続いて第3時間相処理サブプロセッサ2

$$e'(i, j) = \bar{p}_n(i, j) - p_{n-1}(i, j) \quad (29)$$

のように計算される。

【0049】上記第2フレーム差分 $e'$ は続いて非直線フィルタ25により、 $\alpha$ を得たときと同様な方法で第2の重み付けファクタ $\beta$ を得るために使用される。

【0050】 $i \times j$ の大きさの画素マトリクス中の各画素に対する重み付けファクタ $\beta(i, j)$ は第5時間相処理サブプロセッサ26において各画素のフレーム差分 $e$ と乗算される。

【0051】フィルタリングされた画素 $p_n(i, j)$ は第6時間相処理サブプロセッサ27で上記中間加重平均現画素 $p^n(i, j)$ と隣接後画素 $p_{n-1}$ との加重平均として計算される。

【0052】非直線写像器22及び非直線フィルタ25だけでなく上記時間相処理サブプロセッサ20、21、23、24、26、27も、後置フィルタ100の諸機能を実行するプロセッサによって実行されるか、或いはそれに替えてインテル社製の80386型プロセッサのような別々の標準的なプロセッサによって実行されることが好ましい。

【0053】時間相フィルタの上記係数 $\alpha$ 及び $\beta$ は図12に示される非直線関係を表す。図12中の $T_a$ 及び $T_b$ は実験データから決定される所定のしきい値であ

$$\bar{p}_n(i, j) = \alpha p_n(i, j) + (1-\alpha) p_{n-1}(i, j), \quad (30)$$

【数31】

$$\bar{p}_n(i, j) = \beta \bar{p}_n(i, j) + (1-\beta) p_{n-1}(i, j) \quad (31)$$

【数32】

$$= \beta(1-\alpha) \bar{p}_{n-1}(i, j) + \beta \alpha p_n(i, j) + (1-\beta) p_{n-1}(i, j) \quad (32)$$

を使用することによって得ることができる。なお、これらの式中の $p^n(i, j)$ はフィルタリングされたフレーム中の画素である。符号化アーティファクトを削減さ

算される。従って、空間位置 $(i, j)$ でのフレーム差分 $e$ は次式(28)、即ち;

【数28】

3において前最良整合フレーム $f_{n-1}$ の対応する画素に加算され、その結果、中間加重平均現フレーム $f^n(i, j)$ の中間加重平均現画素 $p^n(i, j)$ が得られる。

【0048】上記加重平均画素 $p^n(i, j)$ と後フレーム $f_{n+1}$ からの画素 $p_{n+1}$ との間の第2フレーム差分 $e'$ は第4時間相処理サブプロセッサ24によって次式(29)、即ち;

【数29】

20 C C I T T 動告H、261の指針が用いられる好ましい実施例では、画素の値は0から255の範囲内である。従って、この好ましい実施例では、上記係数 $\alpha$ が0.1から1の範囲から選択され、係数 $\beta$ が0.1から1の範囲から選択され、しきい値 $T_a$ の値が9とされ、しきい値 $T_b$ の値が40とされる。もしフレーム差分 $e$ 或いは第2フレーム差分 $e'$ が $T_a$ 未満である場合、このことは現画素に大きな動きが無い或いは現画素の動きが良好にたどられており、従って簡単な画素平均化処理が適用されることを意味している。もしフレーム差分 $e$ 或いは第2フレーム差分 $e'$ が $T_a$ より大きい場合、このことはシーン変化が有るか或いは動きベクトルによってたどることができない速い動きが有り、適用される処理が無いことを表している。もしフレーム差分 $e$ が $T_a$ と $T_b$ の間であれば、現画素が推移領域内にあり、加重平均化処理が適用される。この加重平均化処理を使用することにより、画像の動き部分を良好に保存することができ、ノイズを効果的に削減することができる。

【0054】フィルタリングされたフレーム中の画素は次式(30)、(31)及び(32)、即ち;

【数30】

$$\bar{p}_n(i, j) = \alpha p_n(i, j) + (1-\alpha) p_{n-1}(i, j), \quad (30)$$

$$\bar{p}_n(i, j) = \beta \bar{p}_n(i, j) + (1-\beta) p_{n-1}(i, j) \quad (31)$$

50 れたビデオ信号系列111には一連のフィルタリングされた画素 $p^n(i, j)$ が包含されている。この符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列111は

続いてディスプレイ装置 113へ送出される。

【0055】

【発明の効果】従って、以上説明したように本発明の特徴には分離可能な3次元フィルタ構成の使用が包含される。更に、空間相変化FIR・中央値ハイブリッド・フィルタが空間相領域で使用され、その後に時間相領域で動き補償された非直線フィルタが使用される。それ故に、本発明は信号の局部統計に共に空間的且つ時間的に適応する空間相演算及び時間相演算を供する。特に、信号のエッジ方位／非エッジ方位に依存する直線フィルタ動作と非直線フィルタ動作との間の空間相演算の転換及び時間相演算によって動き補償された信号が処理される。そのうえ、上記フィルタリング構成によれば経済性に優れ且つ構成が簡単な1次元空間相フィルタリング技術を使用することによってフィルタリング処理が最適化される。

【0056】なお、特許請求の範囲に記載した参照符号は発明の理解を容易にするためのものであり、特許請求の範囲を制限するように理解されるべきものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の好ましい実施例の後処理フィルタ装置及び方法を持つ画像復号器の基本動作を示すブロック図である。

【図2】 本発明の好ましい実施例の後処理フィルタ装置及び方法を示すブロック図である。

【図3】 本発明の好ましい実施例によって実行されるエッジ方位検出装置及び方法を示すブロック図である。

【図4】 本発明の好ましい実施例によって実行される空間相フィルタ装置及び方法を示すブロック図である。

【図5】 エッジ方位が0°のときの図4に図示されている空間相フィルタのルート構成と平行なライン構成を示す図である。

【図6】 エッジ方位が45°のときの図4に図示されている空間相フィルタのルート構成と平行なライン構成を示す図である。

【図7】 エッジ方位が90°のときの図4に図示されている空間相フィルタのルート構成と平行なライン構成を示す図である。

【図8】 エッジ方位が135°のときの図4に図示されている空間相フィルタのルート構成と平行なライン構

成を示す図である。

【図9】 本発明の好ましい実施例によって使用される1次元FIR・中央値ハイブリッド・フィルタ(FMHフィルタ)を示す図である。

【図10】 本発明の好ましい実施例によって使用される有限インパルス応答(FIR)直線位相サブフィルタを示す図である。

【図11】 本発明の好ましい実施例の時間相フィルタリング及び格納装置及び方法を示すブロック図である。

【図12】 本発明の好ましい実施例の時間相フィルタの重み付けファクタ係数、 $\alpha$ 及び $\beta$ を示すグラフである。

【符号の説明】

20 第1時間相処理サブプロセス

21 第2時間相処理サブプロセス

22 非直線写像器

23 第3時間相処理サブプロセス

24 第4時間相処理サブプロセス

25 非直線フィルタ

26 第5時間相処理サブプロセス

27 第6時間相処理サブプロセス

98 ビデオ信号ビット・ストリーム

99 ビデオ・デコーダ

100 後置フィルタ

101 再構成されたデジタル・ビデオ信号系列

102 エッジ方位検出器

103 エッジ方位信号

104 エッジ・非エッジ判定サブプロセス

105 エッジ・非エッジ指示信号

106 空間相フィルタ・バンク

107 空間的にフィルタリングされたビデオ信号フレーム

108 フレーム・バッファ

109 ビデオ信号フレーム

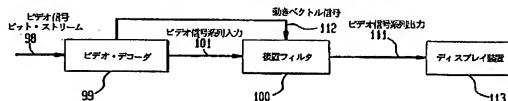
110 時間相フィルタ

111 符号化アーティファクトを削減されたビデオ信号系列

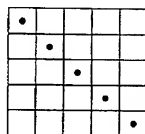
112 動きベクトル信号

113 ディスプレイ装置

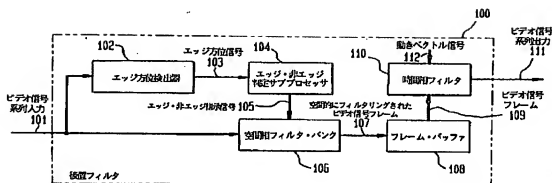
【図1】



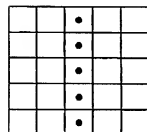
【図6】



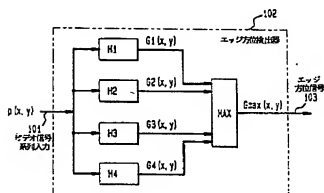
【図 2】



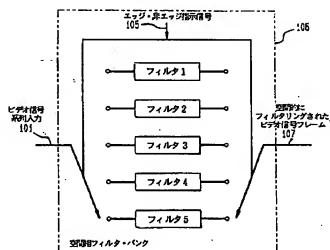
【図 5】



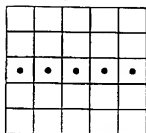
【図 3】



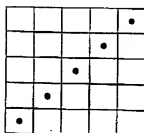
【図 4】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

